ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations astronomiques faites en France avant la fondation de l'Académie des Sciences.* Note de M. G. Bigourdan.

A l'époque où nous sommes arrivés (1), l'Astrologie avait encore beaucoup d'adeptes, et l'on rencontrait des astrologues dans toutes les Cours : c'est pour ceux dont elle s'entourait que Catherine de Médicis fit élever dans son Hôtel, devenu plus tard celui de Soissons, une colonne de 80 pieds de haut (2) qui aujourd'hui est adossée à la Bourse de Commerce, récemment élevée sur l'emplacement de la Halle aux blés.

Cependant la solution du problème des longitudes se faisait attendre, malgré les récompenses promises de divers côtés. C'est dans ces conditions qu'eut lieu, au commencement du xviie siècle, l'invention des lunettes, immédiatement suivie de la découverte des satellites de Jupiter, qui promettaient une solution pratique du célèbre problème.

---

(1) Voir page 289 de ce Volume.

(2) Ce monument, célèbre et bien conservé, fut construit par Jean Bullant; il est figuré en détail au Tome II de l'Atlas de la *Statistique monumentale de Paris* de A. Lenoir (Paris, 1867; in-folio). Grâce à des circonstances exceptionnelles, il nous est parvenu intact, à la même place, jusqu'à ce jour, n'ayant subi d'autre modification que l'apposition d'un cadran solaire spécial, imaginé par Pingré qui en a donné la description en 1764 (*Mémoire sur la colonne de la Halle aux blés, et sur le cadran cylindrique qu'on a construit au haut de cette colonne.* Paris, in-4°).

C'est aussi sous l'influence de la fermentation ainsi produite que paraissent, en Provence surtout, divers observateurs dont les projets, ébauchés seulement, furent réalisés un demi-siècle plus tard par les premiers astronomes de l'Académie des Sciences.

L'Astronomie a toujours été en honneur en Provence : c'est là que naquit Pythéas. Au Moyen Age on y compta de nombreux astrologues; même certains auteurs de Tables astronomiques, comme Rabbi Emmanuel [1], de Tarascon, qui paraît avoir vécu du XIIe au XIIIe siècle, avaient choisi Arles comme origine de leur premier méridien ; et plus tard on trouve dans cette ville quelques autres observateurs, comme Dorosseus qui y détermine la déclinaison magnétique en 1600, — d'autres qui cherchent à voir Mercure sur le Soleil en 1631, — Davizard qui y observe l'éclipse de Lune du 27 décembre 1703, comme il est dit dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* de 1704.

Le célèbre Nostradamus, astrologue et médecin de Charles IX, était de Salon, en Provence; enfin c'est là aussi que naquirent Peiresc, Joseph Gaultier prieur de la Valette, Gassendi, etc., dont nous allons indiquer les travaux.

Fabri de Peiresc. — Nicolas-Claude Fabri, connu sous le nom de *Peiresc* qui est celui d'une de ses terres, naquit le 1er décembre 1580 à Belgentier, entre Hyères et Toulon. Sa famille, déjà ancienne, avait acquis peu à peu les terres de Callas, de Peiresc, de Rians, de Valavez, etc.; en outre, depuis un demi-siècle, trois de ses générations successives s'étaient transmis la charge de conseiller au Parlement de Provence.

Il perdit sa mère en 1682, à la naissance de son frère Palamède, qui porta le nom d'une autre terre patrimoniale, Valavez. Son père était de même sieur de Callas.

Les guerres et la peste imposèrent à cette famille plusieurs déplacements; aussi le jeune Nicolas fréquenta-t-il divers des collèges fort nombreux établis dans la province ou aux alentours, ceux de Brignoles, de Saint-

---

(1) Suivant l'usage de l'époque, Rabbi Emmanuel avait donné à ses tables astronomiques le nom fort pompeux d'*Aisles d'Aigle*. Peiresc eut communication de ces tables par le rabbin Azubi et avait trouvé qu'elles indiquaient assez bien les circonstances de l'éclipse de soleil du 8 avril 1633.

Maximin, d'Aix, d'Avignon et de Tournon. Les deux frères, Peiresc et Valavez, poursuivirent ensemble leurs études, l'aîné guidant le cadet; et ainsi s'établit entre eux cette conformité de goûts, cette complète intimité qu'aucun nuage ne devait jamais troubler.

Aux études classiques succédèrent celles du droit, poursuivies à Aix, puis à Avignon, et enfin, en 1600, à Padoue; Peiresc connut là Galilée, alors professeur à l'Université de cette ville.

En même temps il parcourut les principales villes d'Italie, étudiant leurs monuments et se liant avec un grand nombre de savants.

Après avoir encore passé quelques mois à Montpellier, pour achever son droit et cultiver les sciences, à la fin de 1603, Peiresc rentre à Aix, où un brillant examen lui mérite le titre de docteur en droit.

Dès lors les portes du Parlement lui sont ouvertes, mais il n'y entre qu'en 1607, pour occuper la charge de conseiller que lui léguait son oncle. Dans l'intervalle, il séjourne quelque temps à Paris, visite l'Angleterre où il accompagne l'ambassadeur de France, puis les Pays-Bas, se liant encore partout avec les savants et les érudits.

A Aix, où il était enfin venu prendre possession de sa charge, il fut très apprécié par le premier président au parlement de Provence, le célèbre Guillaume du Vair, et vécut tout à fait dans son intimité. Aussi lorsque ce magistrat devint Garde des Sceaux (1616), il emmena avec lui, à Paris, le jeune conseiller, auquel, jusqu'à la fin (1621), il accorda toute sa confiance, d'ailleurs pleinement justifiée.

Peiresc se créa ainsi de solides et puissantes amitiés près du pouvoir, et obtint l'abbaye de Guîtres, en Guyenne (1618). Enfin, en 1623, après un séjour de 7 années à Paris, il revint habiter la Provence, qu'il ne quitta pour ainsi dire plus, partageant son temps entre l'étude et les devoirs assez lourds de conseiller au Parlement.

De bonne heure il entretint une correspondance étendue, qui alla toujours en se développant et qui finit par devenir écrasante; mais elle lui permettait de vivre, pour ainsi dire, avec ses nombreux amis [1] et de suivre le mouvement littéraire et scientifique de l'époque.

---

(1) La liste seule de ses correspondants serait déjà longue; outre des ministres, des cardinaux, etc., on y trouve Balzac, Barclay, Bignon, Boulliau, les Bourdelot, Casaubon, A. Duchesne, les Dupuy, Galilée, Gassendi, Grotius, Holstenius, Mersenne, Rigault, Saumaise, Pacius, Pinellus, Scaliger, les de Thou, Velser, etc.

Cette correspondance, récemment publiée ([1]) en partie par Ph. Tamizey de Larroque ([2]) et par quelques autres savants ([3]), permet de suivre l'influence considérable exercée par Peiresc dans un grand nombre de directions, et particulièrement dans l'Astronomie. Il eut toujours la

---

([1]) Dans la Collection des *Documents inédits sur l'Histoire de France*. La partie publiée par Tamizey de Larroque comprend, comme première partie, les sept Volumes suivants :

I-III. *Lettres de Peiresc aux frères Dupuy* de 1617 à 1637. 3 vol.; 1888, 1890, 1892.

IV. *Lettres de Peiresc à Borrilly, à J.-J. Bouchard et à Gassendi. Lettres de Gassendi à Peiresc*, 1626 *à* 1637. 1 vol.; 1893.

V. *Lettres de Peiresc à Guillemin, à Holstenius et à Menestrier. Lettres de Menestrier à Peiresc*, 1610-1637. 1 vol.; 1894.

VI. *Lettres de Peiresc à sa famille et principalement à son frère*, 1602-1637. 1 vol.; 1896.

VII. *Lettres de Peiresc à divers*, 1602-1637. 1 vol.; 1898.

Pour abréger les indications bibliographiques, ces Volumes seront désignés par l'abréviation P.— C_1, suivie des chiffres I, II, ... pour indiquer les Volumes, et de la page.

Des abréviations, employées de même pour d'autres publications, sont indiquées après chacune de celles-ci, entre ( ).

D'autres lettres écrites à Peiresc par divers de ses correspondants se trouvent dans une série de 21 fascicules de Tamizey de Larroque, publiés de 1879 à 1897 sous ce titre général : *Les Correspondants de Peiresc*. (P.— C_2, I, II, ...)

Voici les noms de ces correspondants, avec le numéro du fascicule qui est relatif à chacun d'eux :

I. Dubernard.— II. César Nostradamus. — III. J.-J. Bouchard.— IV. Joseph Gaultier. — V. Cl. de Saumaise. — VI. Balthazar de Vias. — VII. Gabriel de l'Aubespine. — VIII. Le cardinal Bichi. — IX. Salomon Azubi. — X. Guillaume d'Abbatia. — XI. J. Tristan. — XII. P.-A. de Rascas de Bagarris. — XIII. Gabriel Naudé. — XIV. Samuel Petit.— XV. Th. d'Arcos.— XVI. Fr. Luillier.— XVII. Fr. de Galaup-Chasteuil. — XVIII. B. Borrilly. — XIX. Le P. Mersenne. — XX. Dr A. Novel. — XXI. J. et P. Bourdelot.

([2]) Malheureusement, la mort a empêché Tamizey de Larroque de mener à terme la publication qu'il avait entreprise et qui, dans sa pensée, devait comprendre 10 Volumes, au lieu des 7 qui viennent d'être mentionnés sous l'abréviation P.— C_1, I, II, ..., VII. Espérons que d'autres achèveront cette publication, déjà si avancée.

([3]) Des lettres de Peiresc ont été éditées par Ruelens et d'autres. Nous utiliserons plusieurs fois celles qui composent la publication suivante :

Apollinaire de Valence (le P.), *Correspondance de Peiresc avec plusieurs Missionnaires et Religieux de l'ordre des Capucins*, 1631-1637. Paris, 1892. (P.—Ap. de V.)

passion de l'étude; d'ailleurs esprit très ouvert, il s'intéressait à tout et fut presque encyclopédique, ce que l'état naissant de la plupart des sciences permettait encore de son temps.

Pour faciliter ses travaux, Peiresc s'était formé une « estude » comprenant une riche bibliothèque de livres et de manuscrits, des instruments, des curiosités naturelles, et surtout des médailles et des antiquités de tout genre. Loin de cacher ses trésors pour en jouir seul, en « mange seulet » selon sa pittoresque expression, il les mettait très généreusement à la disposition de ses amis, non seulement par prêt, mais par don : il cite quelque part un volume d'éphémérides dont il avait acheté 7 à 8 exemplaires et dont il n'avait plus un seul pour obliger un savant qui le cherchait. Pour continuer de vivre de loin avec ses amis, il en avait fait peindre les portraits, tous de grandeur sensiblement uniforme, et en avait orné son « estude ».

Converser avec ses amis et les servir, fut en effet une des grandes passions de sa vie; et les puissants appuis qu'il s'était ménagés, en cour de Rome comme à la cour de France, lui permit d'obliger beaucoup de savants. Nulle maison ne fut plus hospitalière que la sienne, bien située d'ailleurs entre la France et l'Italie, et où tout savant était retenu le plus longtemps possible ([1]); nous le verrons y exercer aux mesures astronomiques un assez grand nombre d'observateurs.

Dans l'esprit de Peiresc, ses recherches, ses travaux si variés, devaient aboutir à « servir le public »; en fait il n'a rien publié sous son nom, mais il eut une grande part dans la publication de nombreux ouvrages de ses amis, devant lesquels il s'effaçait en leur laissant tout l'honneur ([2]).

Outre le peu d'importance qu'il attachait à publier, lui-même, les études

---

([1]) Dans un moment où il était méconnu, calomnié, menacé même, Peiresc a retracé ce qu'il avait fait pour « l'honneur et l'avantage du païs ... ». Voir sa lettre écrite le 28 octobre 1630 à Corberan, le fidèle serviteur dont nous aurons à reparler (P. — C_1, VII, 966-971).

([2]) Un tel désintéressement est si rare qu'il est bon de l'entendre affirmer par un juge indiscutable. L. Delisle a dit de lui qu'il fut « un amateur de génie, qui a longuement contribué au progrès des connaissances humaines et qui a poussé jusqu'aux dernières limites la modestie, le désir d'obliger, la curiosité, le goût du beau, la passion de la lecture et l'amour désintéressé de la science ». Une liste sommaire des documents écrits réunis par Peiresc se trouve à la fin de la 3e édition (La Haye, 1655) de sa vie latine par Gassendi.

multiples qu'il embrassait, et sa manière de travailler, expliquent pourquoi il n'a rien publié sous son nom. Le 22 février 1634 il écrivait à Gassendi : « Je suis tellement assassiné de mille endroits que je ne sçay où me tourner la plus part du temps. » Et ailleurs il cite un travail assez avancé, à la rédaction duquel il a travaillé un seul jour, sans pouvoir retrouver ensuite quelques heures pour le terminer.

En somme, il consacra sa vie à réunir d'immenses matériaux, et la mort l'enleva avant qu'il pût les mettre en œuvre. Contemporain du chancelier Bacon, il lui ressemble par bien des côtés et peut être mis au nombre de ses premiers disciples. Doué d'un sens profond de l'observation, d'un jugement sûr, il rejette sans bruit la méthode syllogistique d'Aristote, dont on abusait tant alors, et prône de tout « vérifier sur le grand Livre de la Nature ou du Ciel mesmes, qui n'est pas subject à errer, comme l'escriture des livres qui ont esté si souvent coppiez et transcrits bien négligemment quelque foys ». Aussi Cl. Saumaise pouvait lui écrire, le 1er juin 1635 :

« Il faut avouer que vous dominés sur tous les autres hommes du monde en cette estude de l'antiquité, d'autant que vous avés joint la pratique à la théorie. La pluspart de nos scavants n'ayant exercé que l'une des parties, et s'estant contenté de scavoir ce que les livres leur en pouvoient apprendre, qui n'est rien au prix de ce que les choses mesmes nous enseignent lorsque nous venons à les mettre sous nostre veue, les tenir et manier dans nos mains. Je scais bien moi mesme à quoi m'en tenir, et je n'ai que prou essayé par ma propre expérience, combien est fautive et fallacieuse la science que j'en pesche dans les anciens auteurs qui ne traitent jamais à escient, et de propos délibéré, de ces matières, qui leur estoient connues et triviales, non plus que nous ne faisons aujourd'hui en nos escrits de nos vestements et ustancilles... »

Peiresc fut loué dignement par Gassendi, mais en latin [1], de sorte que son nom n'était guère connu. Cet oubli est heureusement réparé aujourd'hui, surtout depuis l'impression de sa correspondance; et une bibliographie complète de ce qui a été publié sur lui dans ces dernières années serait déjà longue.

---

(1) *Viri illustris Nicolai Claudii Fabricii de Peiresc, Senatoris Aquisextiensis Vita.* Paris, 1641, in-4°; — 3e édition, La Haye, 1655, in-4° (P. — *Vita*). Une traduction libre et abrégée forme l'Ouvrage suivant :

Requier, *Vie de Nicolas-Claude Peiresc, conseiller au Parlement de Provence.* Paris, 1770, in-12 (P. — *Vie*).

On a considéré en lui l'amateur ([1]), l'archéologue ([2]), le bibliophile ([3]), l'historien, l'humaniste, le jardinier ([4]), le naturaliste ([5]), le numismate ([6]), l'orateur ([7]), etc. On pourrait le montrer encore sous d'autres aspects, car, outre l'Astronomie, il s'occupa aussi d'agriculture, d'anatomie, de botanique, de chimie, de cristallographie ([8]), de géologie, de physique du Globe (météorologie, magnétisme terrestre, marées, etc.). Toute sa vie il réunit de nombreux documents sur les poids et mesures et sur l'histoire de sa province, sans négliger la réforme de son abbaye. Toujours modéré, il a souvent cherché à réconcilier les savants, et cependant il dut soutenir plusieurs procès pour son propre compte. Mais nous ne voulons indiquer ici que ce qu'il a fait pour l'Astronomie, la Géographie et la Physique du Globe, ou plutôt comme protecteur de ceux qui se livrent aux observations relatives à ces sciences; car, retenu par une santé délicate, il était généralement empêché de s'exposer à l'air froid.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des nitrates alcalins en partant du nitrate de chaux.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

Au début de la guerre, l'un de nous avait été consulté sur les procédés à employer pour la préparation des nitrates alcalins par réaction du nitrate

---

([1]) L. Delisle, *Un grand amateur français du* XVIIe *siècle, Fabri de Peiresc* (*Annales du Midi*, t. 1, 1889, p. 16-34). A la suite on trouve (p. 35-46) le *Testament de Peiresc*, avec une Introduction de M. Ph. Tamizey de Larroque.

([2]) Ch. Joret, *Fabri de Peiresc humaniste, archéologue, naturaliste.* Aix, 1894, in-8.

([3]) Anonyme (Paul Arbaud), *Peiresc bibliophile.* Aix, 1871, in-8.

Fêtes de Peiresc, 10 et 11 novembre 1895. *Discours, Toasts, Rapports et Lectures.* Aix, 1896.

([4]) Ph. Tamizey de Larroque, *Deux jardiniers émérites : Peiresc et Robin.* 1896, in-8. — Ph. Tamizey de Larroque et A. Mouttet, *Autour de Peiresc*, in-8.

([5]) Ph. Tamizey de Larroque, *Notes inédites de Peiresc sur quelques points d'histoire naturelle.* 1896, in-8.

([6]) M. Prou, *Fabri de Peiresc et la numismatique mérovingienne* (*Annales du Midi*, t. 2, 1890, p. 137-169).

([7]) Ph. Tamizey de Larroque, *Peiresc orateur.* Carpentras, 1897.

([8]) Une longue lettre écrite par lui à Gassendi, le 12 juillet 1635 (P. — C_1, IV, 518) est principalement consacrée à la cristallisation, à la manière dont elle s'effectue, etc., et il cherche à deviner la forme des plus petits éléments de la matière, de la molécule.

de chaux de Norvège sur les sulfates alcalins. La question ayant perdu aujourd'hui tout intérêt pratique, nous croyons pouvoir publier les résultats de nos recherches.

Au point de vue purement chimique la réaction est très simple,

$$(NO^3)_2Ca + SO^4(NH^4)_2 = 2NO^3NH^4 + SO^4Ca.$$

D'après les lois de Berthollet, cette réaction devient sensiblement complète par suite de la faible solubilité du sulfate de chaux. Mais la séparation du sulfate de chaux précipité est très difficile; à la température ordinaire, on obtient une pâte blanche à peu près impossible à filtrer. Il fallait trouver le moyen de précipiter le sulfate de chaux en cristaux volumineux, pouvant être séparés par simple décantation ou filtrés sans trop de difficulté.

Nous avons d'abord cherché à faire grossir les cristaux par séjour prolongé au contact des dissolutions, soit à la température ordinaire, soit mieux vers 100°. Les cristaux très fins, plus solubles que les gros cristaux, tendent à disparaître en allant accroître encore ces derniers. Cette différence de solubilité est sous la dépendance des tensions superficielles; elle peut se calculer facilement. C'est là un procédé d'un usage courant dans l'analyse chimique; on l'utilise pour faire grossir les précipités de sulfate de baryte, d'oxalate de chaux, etc., et les empêcher de passer à travers les filtres.

Les résultats ont été peu satisfaisants. En partant d'un mélange pâteux renfermant molécules égales des sels en réaction et un poids d'eau égal à la somme des poids de ces deux sels, on obtient une masse pâteuse (*fig.* 1) qui, après 24 heures à froid, commence à se liquater, laissant surnager une dissolution correspondant au quart de l'eau mise en expérience. Par chauffage à 100° pendant 2 heures 30 minutes, le résultat est un peu meilleur: on peut décanter le tiers de la quantité totale du liquide, mais le précipité, toujours très fin, ne se prête pas à la filtration. Cet insuccès pouvait d'ailleurs être prévu; dès que les cristaux atteignent un millième de millimètre, leur solubilité diffère à peine de celle des gros cristaux. On ne peut donc pas espérer obtenir ainsi des cristaux dépassant cette dimension. Cela suffit pour permettre de filtrer au laboratoire des précipités pesant quelques décigrammes, formant sur le filtre une couche de moins de 1^{mm}. Cela est tout à fait insuffisant quand il s'agit d'opérer sur des tonnes de matières, comme l'industrie doit le faire.

Notre seconde tentative, couronnée cette fois de succès, a eu comme point de départ un fait observé par l'un de nous au cours de ses recherches

sur le plâtre (¹). En chauffant dans l'eau, en tube scellé à 150°, du sulfate de chaux précipité très fin, en cristaux invisibles, on retrouve après l'opération de grandes aiguilles, ayant jusqu'à 1^cm de longueur, constituées par l'hémihydrate du sulfate de chaux, $SO^4CaO, 5H^2O$. On obtient donc ainsi un grossissement considérable des cristaux.

En prenant la pâte obtenue par le mélange à molécules égales des deux sels additionnés de leur poids d'eau et la chauffant en vase clos à 150°, on

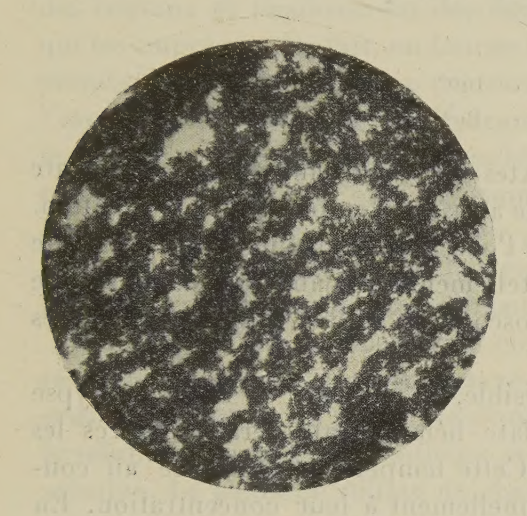


Fig. 1. — Précipité à froid.

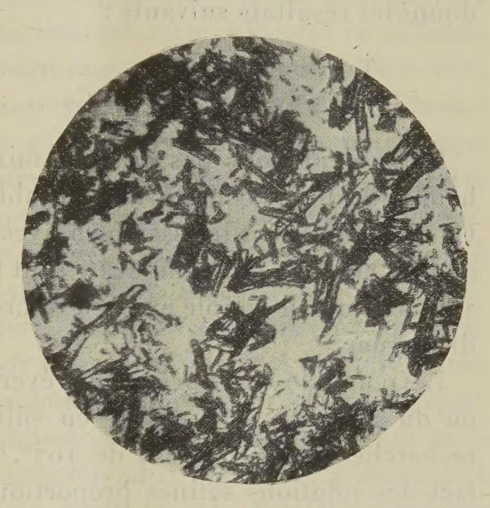


Fig. 2. — Précipité cristallisé à 150°.

obtient très rapidement la même transformation. Le sulfate de chaux se présente alors sous forme d'une masse sableuse cristalline, réunie au fond du liquide et facile à décanter (*fig.* 2). La première décantation donna ainsi 78 pour 100 de la quantité théorique du nitrate d'ammoniac formé. Le dépôt, lavé avec un poids d'eau égal à celui qui avait été primitivement employé, abandonne encore 15 pour 100 du sel. Il restait alors dans les cristaux 7 pour 100 seulement du sel ammoniacal. On aurait pu, sans difficulté, le retirer par de nouveaux lavages. Le dépôt du précipité est tellement rapide qu'il suffit d'attendre 1 minute avant chaque décantation.

Cette transformation du précipité commence à se produire à partir de 120° ; mais plus la température est élevée, plus les dimensions des cristaux s'accroissent, au moins jusqu'à 175°, limite supérieure des expériences.

(¹) H. Le Chatelier, *Recherches sur la constitution des mortiers hydrauliques*, p. 7 (Dunod, éditeur).

Après chauffage à cette température, on peut décanter dès la première fois plus de 80 pour 100 du liquide total.

Ce changement progressif et imprévu des cristaux par l'élévation continue de la température nous a engagés à rechercher si leur composition restait invariable.

A toute température, les cristaux examinés au microscope paraissent bien homogènes; ils sont de plus tous identiques entre eux. L'analyse a donné les résultats suivants :

Température	140°	150°	160°	175°
Molécule d'eau pour SO^4Ca	0,5	0,46	0,37	0,30

Ce seraient donc des cristaux mixtes de sulfate anhydre et de sulfate hémihydraté, de composition variable avec leur température de formation. Ce résultat concorde assez bien avec l'observation depuis longtemps faite que les cristaux d'hémihydrate sont tellement semblables à ceux du sulfate anhydre, que le simple examen microscopique permet difficilement de les distinguer.

Le point de transformation réversible, en présence de l'eau, du gypse ou du sulfate à 2^{mol} d'eau, en sulfate hémihydraté serait, d'après les recherches de Van't Hoff, de 107°. Cette température s'abaisse au contact des solutions salines proportionnellement à leur concentration. En présence de la solution de nitrate d'ammoniac correspondant aux concentrations indiquées plus haut, le point de transformation serait voisin de 90°. Il suffirait donc de chauffer un peu au-dessus de cette température pour pouvoir, au moins en théorie, provoquer la transformation du gypse. En fait, cette transformation est sujette à des retards considérables. La détermination des points d'équilibre, dans les expériences de Van't Hoff, a demandé des semaines entières, sans que dans aucun cas cependant on ait réalisé la transformation complète. Cela donne la raison de la nécessité de chauffer au moins à 120° pour obtenir la transformation dans des limites de temps acceptables.

Les cristaux d'hémihydrate obtenus ainsi par chauffage au-dessus de 100° se réhydratent progressivement, en donnant de grandes aiguilles de gypse, quand on les conserve à la température ordinaire au contact de la solution et plus rapidement encore au contact de l'eau pure. Le phénomène est beaucoup plus rapide lorsqu'on retire les cristaux du tube où ils se sont produits et qu'on les place sur le porte-objet du microscope; on peut alors suivre la vitesse d'hydratation en examinant la préparation à quelques

minutes d'intervalle. Au bout de peu de temps, les cristaux ont complètement disparu; la préparation s'est transformée en une masse de plâtre. En 24 heures, les tubes, chauffés à des températures comprises entre 120° et 130° et abandonnés ouverts, se sont totalement hydratés. Au contraire, les tubes chauffés entre 140° et 150° n'étaient que très incomplètement hydratés à cause des dimensions plus grandes des cristaux.

Il semble donc qu'il doit y avoir de ce fait une difficulté pour le lavage des cristaux et l'enlèvement des dernières traces de nitrate d'ammoniac qui les imprègne. En fait, on tourne facilement cette difficulté en utilisant précisément les retards aux transformations de ces hydrates. Vers 100°, l'eau n'exerce aucune action hydratante sur le sulfate de chaux, bien que le point de transformation réversible soit de 107°. Des cristaux obtenus par chauffage à 150° ont été maintenus dans l'eau ordinaire, chauffée à 100°, pendant 5 heures sans avoir présenté aucune trace d'hydratation. On peut donc effectuer les lavages à cette température sans avoir à redouter aucune complication du fait de l'hydratation.

L'emploi d'une température élevée pour l'accomplissement de la réaction présente encore un avantage de nature différente. A la température ordinaire, la solution de nitrate d'ammoniac obtenue est saturée de gypse; la solubilité du sel croît d'ailleurs rapidement avec la concentration de la solution. Le poids de sulfate de chaux mêlé ainsi au nitrate d'ammoniac peut atteindre 10 pour 100 environ du poids du sel. Aux températures élevées, la solubilité du gypse décroît rapidement; à 150° elle est sensiblement nulle. On arrive ainsi, en opérant à chaud et faisant les lavages rapidement, pour ne pas donner au sulfate le temps de se redissoudre, à obtenir du premier coup du nitrate d'ammoniac complètement exempt de sels de chaux.

Cette préparation du nitrate d'ammoniac donne un exemple typique du rôle prépondérant des phénomènes d'équilibre chimique et des retards aux transformations dans les opérations de la Chimie industrielle.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques particularités cristallographiques du nitrate d'aniline.* Note de M. **Fréd. Wallerant.**

Le nitrate d'aniline, orthorhombique à la température ordinaire, offre tout d'abord ceci de particulier que, cristallisé dans l'eau, il se présente en lamelles très aplaties suivant les faces g^1, plan de clivage facile et plan des

axes optiques; les faces m et $b^{\frac{1}{2}}$ sont, au contraire, très réduites. Cristallisé dans l'alcool, ce corps ne montre que les faces $b^{\frac{1}{2}}$; les cristaux sont des octaèdres parfaits sans trace des faces g^1. C'est donc un exempte de plus à ajouter à ceux très nombreux déjà connus, montrant que la fréquence et le développement d'une face dépendent essentiellement des conditions de cristallisation; c'est donc commettre une erreur que d'attribuer, d'une façon absolue, un ordre de fréquence aux différentes faces d'un corps cristallisé; cet ordre de fréquence n'est relatif qu'à des conditions de cristallisation déterminées et toutes les conséquences théoriques basées sur la considération de cet ordre de fréquence sont elles-mêmes entachées d'erreur.

D'autre part, le nitrate d'aniline est dimorphe : à la température de 97°,6, il se transforme en cristaux monocliniques, se maclant avec la plus grande facilité, suivant un plan sous l'influence de la pression. La transformation est réversible et indirecte; elle présente cependant une particularité curieuse qui pourrait la faire prendre pour une transformation directe. Si l'on chauffe à 97°,6 une lame de clivage orthorhombique, elle se transforme en fibres monocliniques ayant une orientation quelconque; mais, par refroidissement, la matière se transforme en reprenant sa première orientation : la lamelle de clivage redevient une lamelle de clivage parallèle au plan des axes optiques. Ce phénomène est probablement dû à ce que, dans l'air comme dans l'eau, ce sont les faces g^1 qui se forment le plus facilement.

La transformation s'accomplit sans surchauffe ni surfusion cristalline, avec un dégagement de chaleur assez notable pour être mis facilement en évidence. Si, en effet, on chauffe vers 110° une petite quantité de nitrate dans lequel plonge le réservoir d'un thermomètre et si on laisse refroidir, on voit la colonne mercurielle descendre régulièrement jusqu'à 97°,6 puis remonter de 3° environ et redescendre ensuite. Le phénomène pouvant être facilement projeté présente un certain intérêt didactique.

M. **Pierre Duhem**, faisant hommage ([1]) à l'Académie du troisième Volume de son *Système du Monde*, adresse la lettre suivante :

Le présent Volume de notre Traité sur *Le Système du Monde* est consacré à l'histoire de l'Astronomie latine au Moyen Age; mais il ne retrace pas,

---

([1]) Séance du 18 octobre 1915.

tant s'en faut, la totalité de cette histoire. Déjà, le Volume précédent s'achevait par un chapitre sur la Cosmologie des Pères de l'Église qui devait servir, en quelque sorte, d'introduction à cette histoire; et c'est seulement au quatrième Volume qu'on trouvera l'étude de l'Astronomie parisienne au XIVe siècle et de l'Astronomie italienne pendant les derniers siècles du Moyen Age.

L'initiation des Barbares à la Science commence, peut-on dire, avec Saint Isodore de Séville. Celui-ci ne dispose que d'une bibliothèque extrêmement restreinte; il ne connaît guère que les écrits des Pères de l'Église; le Scholiaste de Germanicus, l'*Astronomicon* d'Hyginus, Suétone enfin lui font seuls entendre quelques échos affaiblis de cette science profane qu'il voudrait révéler aux Visigoths.

Bientôt, les curieux de cette science en découvrent une nouvelle source; la connaissance de l'*Histoire naturelle* de Pline se révèle, tout d'abord, dans certains écrits relatifs aux marées; cette connaissance, parfois jointe à des observations personnelles exactes, nourrit les écrits du vénérable Bède.

L'*Histoire naturelle* de Pline, jointe aux divers Traités d'Isidore de Séville et de Bède, suffira pendant très longtemps à défrayer la curiosité scientifique de certains auteurs peu soucieux de nouveauté; non seulement Rhaban Maur, mais encore, en plein XIIe siècle, le *De imagine mundi*, composé par Honorius Inclusus, ne rechercheront pas de renseignements plus complets.

De bonne heure, cependant, les savants du Moyen Age ont connu d'autres documents de la Science antique; de ces documents, il en est trois dont l'influence s'est exercée avec une très grande force; ce sont : Le *Commentaire au Timée* de Platon, composé par Chalcidius; les *Noces de la Philologie et de Mercure*, écrites par Martianus Capella; enfin le *Commentaire* de Macrobe sur le *Songe de Scipion*, épisode inséré par Cicéron dans sa *République*. Dès 978, Helpéric, dans son *Traité du calendrier*, citait le *Commentaire au Songe de Scipion* et lui empruntait certaines théories astronomiques; bientôt l'Ouvrage de Macrobe faisait fureur, particulièrement dans les écoles de Chartres, où il inspirait l'audacieuse Cosmogonie de Thierry de Chartres.

Les trois écrits dont nous venons de parler concordaient par leurs tendances néo-platoniciennes; aussi contribuèrent-ils à donner une forme très caractéristique à l'enseignement des écoles chrétiennes d'Occident, jusqu'au jour où les traductions des Ouvrages conservés ou composés par les Arabes imposèrent, à cet enseignement, une orientation nouvelle.

Ces divers écrits néo-platoniciens s'accordaient, en particulier, pour exposer l'hypothèse astronomique d'Héraclide du Pont et mettre le Soleil au centre des circulations de Vénus et de Mercure. Aussi cette hypothèse était-elle admise par nombre de physiciens du Moyen Age : tel l'auteur du *De mundi constitutione* faussement attribué à Bède, tel Guillaume de Conches. On la retrouve encore, en plein XIIIe siècle, dans des écrits qui retardent sur la Science de leur temps, comme le *De proprietatibus rerum* de Barthélemy l'Anglais, et l'*Introductoire d'Astronomie* écrit en français, vers 1270, par l'astrologue de Baudouin de Courtenay. Mais tous les auteurs dont nous venons de parler avaient été précédés par Jean Scot Érigène ; celui-ci ne s'était pas contenté d'admettre l'hypothèse d'Héraclide du Pont; il l'avait étendue; autour du Soleil, il n'avait pas seulement fait circuler Mercure et Vénus, mais encore Mars et Jupiter; s'il n'eût, on ne sait pour quelle raison, excepté Saturne de cette circulation, il eût été vraiment le précurseur de Tycho Brahé.

L'hypothèse d'Héraclide du Pont disparut de la Science médiévale lorsque le système de Ptolémée s'en empara; après le XIIIe siècle, on ne la rencontre plus que dans la compilation de quelque érudit, par exemple dans le *Lucidator Astronomiæ* de Pierre d'Abano.

Le système de Ptolémée fut révélé aux Latins par la Science musulmane.

Dès le temps de Gerbert, partant avant l'an mille, les Chrétiens commencent à recevoir d'Espagne des traductions de traités astronomiques; les écrits qu'ils connaissent en premier lieu sont purement pratiques; ce sont des tables, ou bien des manuels relatifs à la construction et à l'usage de l'astrolabe. Mais, vers 1120, en traduisant le *De scientia stellarum* d'Al Battani, Platon de Tivoli révèle aux Chrétiens d'Occident le système de Ptolémée; en 1134, Jean Hispanensis de Luna traduit le *Liber in scientia astrorum* d'Al Fergani; enfin, en 1175, Gérard de Crémone traduit l'*Almageste;* en outre, à titre d'initiation au chef-d'œuvre de Plotémée, il compose sa *Theorica planetarum* dont, bien à tort, Tiraboschi et ses successeurs l'ont voulu dépouiller pour en faire honneur à Gérard de Sabbionetta.

Mais déjà ces Chrétiens d'Occident faisaient œuvre d'astronomes. Dès 1141, un auteur anonyme rédigeait, à Marseille, un *Liber cursuum planetarum;* c'était une transposition des *Tables de Tolède* au méridien de Marseille; elle était précédée de canons relatifs à l'usage des tables et d'une introduction remplie de très judicieuses remarques sur l'Astronomie d'observation. Les *Tables de Marseille* furent peut-être le point de départ de la tradition astronomique que maintinrent, à Marseille et à Montpellier,

Guillaume l'Anglais, de Marseille, Robert l'Anglais, de Montpellier, enfin Jacob ben Makir, plus connu sous le nom de Profatius Judæus.

L'Astronomie ptoléméenne se répandit, tout d'abord, sans difficulté; mais elle vit surgir de graves objections lorsque Michel Scot donna les traductions du *Traité du Ciel* et de la *Métaphysique* d'Aristote, des *Commentaires* d'Averroès sur ces deux Ouvrages, enfin, en 1217, de la *Théorie des planètes* d'Al Bitrogi (Alpétragius). Les Traités d'Aristote exposaient le système astronomique d'Eudoxe et de Calippe, exclusivement formé de sphères homocentriques à la terre, et le reliaient solidement aux principes essentiels de la Physique; les *Commentaires* d'Averroès critiquaient avec une extrême vivacité les hypothèses des excentriques et des épicycles; enfin, plagiat de quelque écrit composé par un néo-platonicien hellène, le livre d'Alpétragius prétendait, à l'aide de sphères homocentriques, rendre compte des phénomènes aussi parfaitement que le pouvait faire l'Astronomie de Ptolémée.

A ces objections contre le système de Ptolémée, les astronomes de profession demeurèrent à peu près indifférents; l'observation les assurait d'une manière irréfutable qu'un astre errant ne demeure pas toujours à même distance de la Terre; d'ailleurs, l'Astronomie d'Al Bitrogi n'avait pas été poussée jusqu'aux déterminations numériques détaillées et jusqu'à la construction de tables qui permissent de la soumettre au contrôle des faits; elle ne pouvait, au gré des adeptes de l'Astronomie, se mesurer avec les doctrines de l'*Almageste*.

Les philosophes de la nature, ceux qu'on nommait les *naturales*, étaient loin, pour la plupart, de partager cette confiance des mathématiciens. Bien que séduit par certains traits du système d'Al Bitrogi, Albert le Grand demeurait fidèle à la théorie des excentriques et des épicycles; il la défendait contre les critiques d'Averroès; mais Robert Grosse-Teste et Saint Thomas d'Aquin demeuraient en suspens entre l'Astronomie de Ptolémée et la Physique d'Aristote. Roger Bacon connaissait la même hésitation; en vain multipliait-il ses recherches, de plus en plus approfondies, sur les doctrines astronomiques; en vain s'instruisait-il des agencements d'orbes solides proposés par Ptolémée, aux *Hypothèses des planètes*, pour réaliser les mouvements décrits dans la *Grande syntaxe;* en vain reconnaissait-il que ces artifices faisaient évanouir une bonne part des objections averroïstes; il finissait par déclarer qu'il valait mieux se mettre en contradiction avec quelques résultats de l'observation que de délaisser les principes de la Physique péripatéticienne.

Franciscain comme Roger Bacon, Bernard de Verdun relevait vertement les propos déraisonnables de son confrère; avec fermeté, il revendiquait la certitude suprême de l'observation et la mettait au-dessus de tout raisonnement philosophique. Construite à l'aide des orbes solides imaginés par les *Hypothèses des planètes*, son *Astronomie* assurait, au sein des écoles franciscaines et de l'Université de Paris, le triomphe définitif du système de Ptolémée, c'est-à-dire de la doctrine qui représentait, à ce moment, la science physique sainement construite, celle qui développait ses hypothèses à l'aide de la Géométrie et soumettait ses conséquences au contrôle précis de l'observation.

Pendant que cette discussion se poursuivait, un autre débat passionnait astronomes et physiciens.

Pour rendre compte de la précession des points équinoxiaux, Hipparque et Ptolémée avaient attribué, à la sphère des étoiles fixes, une rotation uniforme, accomplie autour de l'axe de l'écliptique, et dirigée d'Occident en Orient; à cette rotation, Ptolémée attribuait une durée de 36000 ans. D'autres astronomes grecs avaient proposé de substituer un mouvement oscillatoire à cette rotation toujours dirigée dans le même sens; ces tentatives, déjà anciennes au temps de Théon d'Alexandrie, avaient atteint une forme achevée dans le *Tractatus de motu octavæ sphæræ* attribué, sans doute à tort, à Thâbit ben Kourrah; dans cet opuscule, la variation lente de l'obliquité de l'écliptique se trouvait reliée au mouvement d'*accès* et de *recès* qu'on attribuait à la sphère étoilée et aux apogées des astres errants; le système exposé par ce traité avait servi à la construction des *Tables de Tolède*.

Le *Tractatus de motu octavæ sphæræ* avait été, au XIIe siècle, traduit par Gérard de Crémone. Cet Ouvrage et les *Tables de Tolède* décidèrent les astronomes latins à préférer l'hypothèse de l'*accès* et du *recès* à celle d'Hipparque et de Ptolémée. Robert Grosse-Teste et, surtout, Campanus de Novare s'appliquèrent à l'exposer; Roger Bacon l'accueillit avec grande faveur.

Sous l'influence du *Liber de elementis*, Ouvrage arabe que les Chrétiens du Moyen Age croyaient être d'Aristote, Albert le Grand proposa d'attribuer un double mouvement à la sphère des étoiles fixes; outre le mouvement diurne, elle présenterait, à la fois, la rotation uniforme admise par Hipparque et Ptolémée, et le mouvement d'*accès* et de *recès* défini par le *De motu octavæ sphæræ* et par les *Tables de Tolède*. Albert se montrait bien inspiré, puisque l'hypothèse qui le séduisait était précisément celle

qu'allait adopter la version latine des *Tables Alphonsines*, celle dont les astronomes allaient user jusqu'à Copernic.

La théorie d'Albert le Grand trouva, dans l'ordre des Dominicains, des partisans convaincus, tels qu'Ulrich fils d'Engelbert, de Strasbourg, et, surtout, de Bernard de Trille; elle y rencontra aussi un adversaire acharné en la personne de Thierry de Freiberg, le génial initiateur de l'explication de l'arc-en-ciel.

Ouvert par les suppositions d'Albert le Grand, ce débat sur la théorie de la précession des équinoxes n'est pas clos par les écrits qu'analyse notre présent Volume. Durant les dernières années du XIIIe siècle, la version latine des *Tables Alphonsines* sera connue à Paris; la discussion, jusqu'alors renfermée, semble-t-il, dans les couvents dominicains, se répandra parmi les astronomes.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule II, 1912 (*Observations*), et le fascicule III, 1911 (*Pluies*), des *Annales du Bureau central météorologique de France,* publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations des rapports entre facules et taches solaires.* Note de M. **Henryk Arctowski.**

Désirant trouver la cause des variations climatiques, et plus particulièrement de celles de courte durée, que j'ai appelées variations *pléioniennes* ([1]) et *brachypléioniennes* ([2]), j'ai été tout naturellement amené à rechercher dans les phénomènes solaires des fluctuations d'un rythme analogue.

Je crois avoir trouvé dans les rapports par quotient entre facules et taches solaires des variations ressemblant suffisamment aux ondes thermopléioniennes équatoriales, du type d'Arequipa ([3]), pour qu'il me soit permis de présumer l'existence d'une corrélation de cause à effet.

([1]) *L'enchaînement des variations climatiques.* Bruxelles, 1909.

([2]) *Amer. Journ. of Sc.*, t. 37, 1914, p. 305.

([3]) *Bull. Amer. Geogr. Soc.*, t. 44, 1912, p. 598.

Laissant pour le moment de côté la question des variations brachychrones, ainsi que la question des simultanéités entre manifestations solaires et terrestres, je vais me borner à établir dans cette Notice le fait de l'existence d'une variation solaire qui, malgré son évidence frappante, semble n'avoir encore jamais été remarquée.

Je me suis servi des observations de Greenwich. J'ai pris les moyennes corrigées, des ombres et facules, des rotations solaires 275 à 805, c'est-à-dire des valeurs observées de 1875 à 1913. J'ai formé les moyennes consécutives par dix rotations et puis les quotients de ces moyennes. Les chiffres indiquent simplement combien de fois l'aire des facules a dépassé celle des taches.

La courbe représentant ces chiffres graphiquement, comparée à celle des taches solaires, peut être caractérisée comme suit : minima bien accentués précédant d'environ douze rotations ceux des taches; minima moins prononcés coïncidant ou précédant de quelques rotations les maxima des cycles solaires; en outre, dans chaque cycle, un autre minimum entre le minimum et le maximum de la courbe des taches et deux minima entre le maximum et le minimum suivant.

Donc, dans la période d'environ 11 ans, il y a cinq maxima des quotients de facules et ombres, dont le premier coïncide ou suit de très près le minimum de taches, dont le second se trouve entre le minimum et le maximum et dont les trois autres se trouvent entre le maximum et le minimum de la courbe des taches solaires.

Dans le Tableau ci-dessous se trouvent les valeurs correspondant aux maxima et aux minima de la courbe des quotients pour trois cycles solaires :

Rotations.	Quotients.	Rotations.	Quotients.
334-343	42,11	356-365	8,97
366-375	15,41	394-403	9,53
415-424	15,46	431-440	10,61
439-448	26,74	448-457	6,07
459-468	22,31	469-478	8,09
481-490	27,24	499-508	14,94
515-524	18,24	537-546	6,39
568-577	15,94	578-587	12,17
589-598	17,35	600-609	11,51
613-622	25,12	632-641	2,42
646-655	32,67	667-676	15,81
674-683	28,41	687-696	16,55
700-709	20,55	712-721	12,26
724-733	22,71	748-757	10,25
772-781	73,74	783-792	26,61

Moyennes minima de taches :

Rotations........ 331-340 481-490 645-654 795-804

Moyennes maxima de taches :

Rotations............... 397-406 537-546 693-702

Les valeurs extrêmes, 2,42 et 73,74 autant de fois de facules que de taches, prouvent à l'évidence que, si les facules, de même que les taches, sont des produits de la circulation verticale de l'atmosphère solaire, cette circulation verticale doit s'étendre plus ou moins périodiquement à des profondeurs variables. S'il en est ainsi il semble que la déperdition d'énergie calorifique doit varier en conséquence.

ASTRONOMIE. — *Sur un criterium pour l'identification des petites planètes.* Note de M. **Luc Picart**, présentée par M. Baillaud.

Une position éloignée d'une planète ne peut se comparer à l'éphéméride d'un astre précédemment trouvé qu'en passant par le calcul de l'anomalie moyenne de cet astre, calcul qui peut être très incertain au bout d'un grand intervalle de temps. Si, au contraire, on possède un cliché photographique donnant deux positions très voisines de la planète desquelles on déduit, avec une précision que j'ai essayé d'évaluer dans une Communication précédente ([1]), les dérivées des coordonnées sphériques géocentriques, il est possible de vérifier des relations, indépendantes du temps, qui existent entre ces dérivées, les coordonnées elles-mêmes et les éléments de l'orbite, en faisant abstraction des perturbations.

Soit

$$f(x, y, z, x', y', z') = C$$

une intégrale du mouvement elliptique; x, y, z désignant les coordonnées rectangulaires héliocentriques, x', y', z' leurs dérivées. En exprimant x, y, z, x', y', z' en fonction des données de l'observation, de la distance inconnue ρ de l'observateur à l'astre, et de sa dérivée ρ', l'intégrale fournit une relation entre ρ et ρ'. Si l'on élimine ρ et ρ' entre trois des cinq intégrales qui sont indépendantes du temps, on obtient une relation entre les données d'observation et les constantes C qui dépendent seulement des éléments de l'orbite.

([1]) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1503.

Une seule des formules qu'on trouve ainsi paraît assez simple pour être utilisée. C'est l'équation que Lagrange a prise comme base d'une de ses méthodes de détermination des orbites (*Œuvres*, t. 7, p. 474) et que Cauchy a mise sous une forme plus symétrique (*Œuvres*, 1re série, t. 10, p. 470). Elle s'obtient en éliminant, entre les trois intégrales des aires, ρ qui figure au second degré, et ρ' qui figure au premier degré.

Soient Ω et i la longitude du nœud et l'inclinaison de l'orbite, p son paramètre; R et L la distance Terre-Soleil et la longitude de la Terre, P le paramètre de l'orbite terrestre, enfin λ et β la longitude et la latitude observées; la relation s'écrit

$$[\cos\beta \sin(\Omega-\lambda) + \cot i \sin\beta]\left[\sin i \cos\beta \sin(\Omega-\lambda) + \left(\cos i - \sqrt{\frac{P}{p}}\right)\sin\beta\right] + \frac{R^2}{k\sqrt{p}}\sin(\Omega - L)[\lambda' \sin\beta\cos\beta\cos(\lambda - L) - \beta'\sin(\lambda - L)] = 0;$$

k étant la constante de Gauss, les dérivées λ' et β' doivent être calculées en prenant le jour moyen pour unité de temps; elles doivent être exprimées en parties du rayon.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales quasi périodiques d'une équation différentielle linéaire.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. Émile Picard.

Dans une précédente Note [1], nous avons montré que, si $y = f(x)$ est une intégrale *bornée* de l'équation différentielle

$$\frac{d^n y}{dx^n} + A_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + A_n y = \varphi(x), \tag{1}$$

$\varphi(x)$ étant une fonction quasi périodique donnée, attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$, $f(x)$ est elle-même une fonction quasi périodique attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p, b_1, b_2, \ldots, b_q$ où l'on a posé

$$b_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}, \quad \ldots, \quad b_q = \frac{2\pi}{\omega_q},$$

$i\omega_1, i\omega_2, \ldots, i\omega_q$ désignant les racines *purement imaginaires ou nulles* de l'équation caractéristique.

[1] *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 652.

Nous allons montrer que, de la fonction $f(x)$, on peut tirer une intégrale de (1) quasi périodique et *attachée au seul corps des périodes* $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qui caractérise $\varphi(x)$.

Désignons par A le corps des périodes défini par l'ensemble des nombres $a_1, a_2, \ldots, a_p, b_1, b_2, \ldots, b_q$; par B celui défini par les seules périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qu'on peut toujours supposer indépendantes. Le corps commun à A et B est évidemment le corps B lui-même.

Considérons alors la suite des opérations qui conduit à l'extraction, dans $f(x)$, de la partie quasi périodiqne attachée au seul corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

Ces opérations, on le sait, sont de deux sortes :

1° Les premières consistent dans la considération et la formation de *fonctions limites* déduites de suites $f(x+h)$ où h est le terme d'une suite infinie toujours congrue à zéro suivant les périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

Il en résulte que de telles fonctions limites resteront intégrales de la même équation différentielle, car les fonctions correspondantes $\varphi(x+h)$ auront toujours pour limites $\varphi(x)$.

2° Les secondes consistent dans la formation de fonctions moyennes limites telles que

$$\lim_{k=\infty} \frac{f(x)+f_1(x)+\ldots+f_{k-1}(x)}{k},$$

où $f(x), f_1(x), \ldots, f_{k-1}(x)$ sont des intégrales, de sorte que ces limites sont aussi des intégrales.

D'autre part l'ensemble des opérations ainsi effectuées sur $f(x)$ conduit à la définition d'une fonction quasi périodique attachée au seul corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

On peut résumer ainsi les résultats obtenus :

1° Si l'équation caractéristique de l'équation différentielle (1) n'admet ni racine purement imaginaire ni nulle, il existe toujours une intégrale quasi périodique et une seule attachée au corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$ qui caractérisent le second membre $\varphi(x)$.

2° Si l'équation caractéristique admet des racines purement imaginaires ou nulles, toute intégrale bornée est quasi périodique et, s'il existe une intégrale bornée, il en existe toujours au moins une quasi périodique attachée au corps défini par les seules périodes $a_1, a_2, \ldots, a_p$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des polynomes associés à plusieurs variables.* Note de M. A. ANGELESCO, présentée par M. Appell.

La notion de polynomes associés ou adjoints introduite par Hermite peut être étendue à des polynomes plus généraux que ceux dont nous nous sommes occupé dans une Note précédente ([1]).

Désignons par $\psi(a)$ une forme quadratique $\psi(a_1, a_2, \ldots, a_s)$ de s variables $a_1, a_2, \ldots, a_s$ et décomposable en s carrés positifs. Soit $\varphi(x)$ ce que devient cette forme après la transformation

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial\psi(a)}{\partial a_i} = x_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, s);$$

$\Delta\varphi(a)$ sera donc, en désignant par Δ le discriminant de la forme $\psi(a)$, la forme adjointe à $\psi(a)$.

Considérons alors les développements

$$(2) \qquad [1 - 2a_1x_1 - \ldots - 2a_sx_s + \psi(a)]^{\lambda - \frac{s-1}{2}} = \sum a_1^{m_1}\ldots a_s^{m_s}\mathrm{V}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s},$$

$$(3) \qquad \left\{\left[1 - \frac{1}{2}x_1\frac{\partial\varphi(a)}{\partial a_1} - \ldots - \frac{1}{2}x_s\frac{\partial\varphi(a)}{\partial a_s}\right]^2 - \varphi(a)[\varphi(x) - 1]\right\}^{\lambda} = \sum a_1^{m_1}\ldots a_s^{m_s}\mathrm{U}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s}.$$

et démontrons que l'on a

$$(4) \qquad \int_{(s)}[1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}}\mathrm{U}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s}\mathrm{V}^{(\lambda)}_{n_1,\ldots,n_s}\,dx_1\,dx_2\ldots dx_s = 0,$$

le domaine d'intégration étant $\varphi(x) \leqq 1$, $\lambda < \frac{1}{2}$ et si l'on n'a pas en même temps $m_1 = n_1, m_2 = n_2, \ldots, m_s = n_s$.

Nous avons démontré ailleurs ([2]) que l'on a

$$(5) \qquad \mathrm{U}^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s} = \frac{1}{m_1!\ldots m_s!}\,\frac{2\lambda(2\lambda-1)\ldots(2\lambda - m_1 - \ldots - m_s + 1)}{(2\lambda-1)(2\lambda-3)\ldots(2\lambda - 2m_1 - \ldots - 2m_s + 1)} \times [\varphi(x) - 1]^{\lambda + \frac{1}{2}}\frac{\partial^{m_1+\ldots+m_s}[\varphi(x) - 1]^{m_1+\ldots+m_s-\lambda-\frac{1}{2}}}{\partial x_1^{m_1}\ldots\partial x_s^{m_s}}.$$

([1]) ANGELESCO, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1770.

([2]) ANGELESCO, *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine*, t. 4, p. 30.

Calculons, pour démontrer l'égalité (4), l'intégrale

$$(6)\qquad \int_{(s)} [1-\varphi(x)]^{-\lambda-\frac{1}{2}} [1-2a_1x_1-\ldots-2a_sx_s+\psi(a)]^{\lambda-\frac{s-1}{2}} U^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s}\,dx_1\ldots dx_s,$$

le domaine d'intégration étant, de même, $\varphi(x) \leqq 1$ et $\lambda < \frac{1}{2}$. Cette intégrale se réduit, après avoir remplacé $U^{(\lambda)}_{m_1,\ldots,m_s}$ par sa valeur (5) et après avoir fait $m_1+\ldots+m_s$ intégrations par parties, au produit, à une constante près, de $a_1^{m_1}.a_2^{m_2}.\ldots.a_s^{m_s}$, par l'intégrale

$$(7)\qquad \int_{(s)} [1-2\alpha_1x_1,\ldots,2a_sx_s+\psi(a)]^{\lambda-\frac{s-1}{2}-m_1-\ldots-m_s} \times [1-\varphi(x)]^{m_1+\ldots+m_s-\lambda-\frac{1}{2}} dx_1\ldots\ldots dx_s.$$

L'égalité (4) sera établie si l'on démontre que l'intégrale (7) ne dépend plus de $a_1, a_2, \ldots, a_s$. Considérons, pour cela, une décomposition en carrés de la forme $\psi(a)$,

$$\psi(a) = \sum_{i=1}^{i=s} (\alpha_{1i}a_1+\alpha_{2i}a_2+\ldots+\alpha_{si}a_s)^2;$$

en posant

$$(8)\qquad \alpha_{1i}a_1+\ldots+\alpha_{si}a_s = b_i \qquad (i=1,2,\ldots,s),$$

on tire

$$a_i = \beta_{1i}b_1+\beta_{2i}b_2+\ldots+\beta_{si}b_s \qquad (i=1,2,\ldots,s).$$

La transformation (1) deviendra, avec ces notations,

$$(9)\qquad \alpha_{i1}b_1+\alpha_{i2}b_2+\ldots+\alpha_{is}b_s = x_i \qquad (i=1,2,\ldots,s),$$

et, de la comparaison des deux systèmes (8) et (9), on déduit que l'on aura

$$b_i = \beta_{i1}x_1+\beta_{i2}x_2+\ldots+\beta_{is}x_s \qquad (i=1,2,\ldots,s).$$

Donc

$$\varphi(x) = \sum_{i=1}^{i=s} (\beta_{i1}x_1+\beta_{i2}x_2+\ldots+\beta_{is}x_s)^2.$$

Si nous faisons alors dans l'intégrale (7) les changements

$$\alpha_{1i}a_1+\ldots+\alpha_{si}a_s = b_i \qquad (i=1,2,\ldots,s),$$
$$\beta_{i1}x_1+\ldots+\beta_{is}x_s = y_i \qquad (i=1,2,\ldots,s),$$

nous serons conduit à l'intégrale

$$\int_{(s)} [1 - 2b_1 y_1 - \ldots - 2b_s y_s + b_1^2 + \ldots + b_s^2]^{\lambda - \frac{s-1}{2} - m_1 - \ldots - m_s}$$
$$\times (1 - y_1^2 - \ldots - y_s^2)^{m_1 + \ldots + m_s - \lambda - \frac{1}{2}} dy_1 \ldots dy_s,$$

le domaine d'intégration étant $y_1^2 + \ldots + y_s^2 \leqq 1$. Cette intégrale se calcule facilement et sa valeur ne dépend pas de $b_1, \ldots, b_s$.

Des inégalités (4) et (5) il résulte que l'on a aussi

$$\int_{(s)} [1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}} U_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)} U_{n_1, \ldots, n_s}^{(\lambda)} dx_1 \ldots dx_s = 0,$$
$$\int_{(s)} [1 - \varphi(x)]^{-\lambda - \frac{1}{2}} V_{m_1, \ldots, m_s}^{(\lambda)} V_{n_1, \ldots, n_s}^{(\lambda)} dx_1 \ldots dx_s = 0,$$

si $m_1 + \ldots + m_s \neq n_1 + \ldots + n_s$, $\lambda < \frac{1}{2}$ et le domaine d'intégration $\varphi(x) \leqq 1$.

Les polynomes U et V se réduisent, dans un cas limite, aux polynomes qu'Hermite définit [1] à l'aide des fonctions exponentielles.

En effet, si dans les développements (2) et (3) on remplace les a_i par $a_i\sqrt{\frac{-1}{2\lambda}}$ et les x_i par $x_i\sqrt{\frac{-1}{2\lambda}}$ et que l'on fasse ensuite croître indéfiniment λ par des valeurs négatives, les limites des premiers membres de (2) et (3) seront précisément les fonctions exponentielles par lesquelles Hermite définit ses polynomes.

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice de mouvement.* Note de M. **St. Procopiu**, présentée par M. E. Bouty.

Beaucoup d'expérimentateurs [2] ont observé que tout déplacement relatif du liquide et de l'électrode, dans un élément galvanique, est accompagné d'une variation de la force électromotrice. Mais ces observations restaient isolées. J'ai entrepris d'étudier la production de la force électromotrice par le mouvement d'une électrode solide ou du mercure, dans un liquide : l'eau ou un électrolyte. Nous appellerons cette force électromotrice *force électromotrice de mouvement.*

---

(1) *Œuvres de Charles Hermite*, t. 2, p. 301.

(2) E. Bouty, *Journal de Physique*, 1880, p. 232. — J. Pionchon, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 47, et t. 154, 1912, p. 865. — St. Procopiu, *Annales scientifiques de Jassy*, 1912.

On produisait le mouvement à une électrode, dans une cellule symétrique métal-électrolyte-métal, soit en déplaçant l'électrode, soit en faisant couler la solution autour d'une seule électrode. Les électrodes étaient à la Wollaston. La mesure de la force électromotrice se faisait avec un galvanomètre par la méthode d'opposition ou avec un électromètre.

Si le liquide dans lequel plongent les électrodes est de l'eau distillée, on trouve que, par le mouvement d'une électrode, on obtient une force électromotrice. Les métaux, qui ont une pression osmotique de dissolution moindre que celle de l'hydrogène, deviennent négatifs : platine, — 0,09 volt; argent, — 0,04 volt; mercure, — 0,06 volt; cuivre, — 0,026 volt. Les métaux qui ont une pression osmotique plus grande que celle de l'hydrogène, deviennent positifs : nickel, + 0,010 volt; plomb, + 0,015 volt; fer, + 0,052 volt; aluminium, + 0,072 volt; zinc, + 0,120 volt. Ces données peuvent être représentées par la formule empirique $e = K \log_{10} \frac{c_1}{c_2}$, avec $K = 0,005$ et c_1 la pression osmotique du métal, c_2 la pression osmotique de l'hydrogène. La force électromotrice de mouvement dans les acides sulfurique et azotique suit la même série continue des tensions osmotiques des métaux : platine (—), argent (—), mercure (—), cuivre (—), nickel (+), plomb (+), fer (+), aluminium (+), zinc (+); sans toutefois obéir quantitativement à la relation logarithmique citée plus haut.

De ce qui précède il ressort que le cathion du liquide, l'hydrogène, a un certain rôle dans la détermination de la force électromotrice de mouvement. Il faudrait qu'en changeant le cathion, les métaux se rangeassent d'après le nouveau cathion, eu ce qui concerne le signe de l'électrisation. J'ai fait des expériences avec le cathion potassium, dans l'hydrate de potassium.

D'après la prévision, tous les métaux deviennent négatifs par le mouvement dans l'hydrate de potassium. Les forces électromotrices sont de l'ordre de — 0,01 volt.

Quand la solution possède le même cathion que celui de l'électrode, le métal devient toujours positif par le mouvement. Les métaux s'ordonnent dans ce cas d'après leur tension osmostique :

	volt		volt		volt
$Hg \mid HgNO^3$...	+0,0004	$Ag \mid AgNO^3$...	+0,0006	$Cu \mid CuSO^4$...	+0,0010
$Pb \mid Pb(NO^3)^2$.	+0,0020	$Ni \mid NiSO^4$.....	+0,0320	$Al \mid Al^2(SO^4)^3$.	+0,0640
$Zn \mid ZnSO^4$....	+0,0400				

La concentration n'a pas d'influence appréciable.

Pour expliquer ces phénomènes on doit tenir compte du cathion de la solution et de la pression osmotique des métaux.

Soient deux électrodes du même métal plongeant dans un liquide. Si le métal a une pression osmotique plus petite que celle du cathion, le cathion tend à se déposer sur l'électrode, en formant une gaine; l'électrode s'en chargera positivement. Comme nous avons deux électrodes, la force électromotrice sera nulle. Dès qu'une électrode est déplacée, la couche du cathion se détachera et ne s'opposera plus à ce que le métal envoie dans la solution des ions positifs; le métal reste chargé *négativement*.

Si le métal a une pression de dissolution plus grande que l'hydrogène (ou le cathion de la solution), il va envoyer des ions dans la solution. Par une action électrostatique proportionnelle à sa pression osmotique, il repoussera les cathions de la solution à une certaine distance. Il s'ensuit une diminution de la concentration de la solution au voisinage de l'électrode. En le déplaçant, le métal atteindra la partie de la solution de concentration plus grande et il deviendra *positif*.

Le rapport des concentrations, autour de l'électrode et dans le reste de la solution, sera proportionnel au rapport des pressions du métal et du cathion de la solution.

Quand le métal plonge dans la solution d'un sel de même cathion, la pression osmotique du métal est toujours plus grande que celle du même cathion dans la solution. La force électromotrice de mouvement est positive dans ce cas et proportionnelle à la pression osmotique du métal.

Ces phénomènes nous obligent à tenir compte des actions entre ions différents dans les solutions, et d'une couche, autour des électrodes, appauvrie par des actions électrostatiques.

BOTANIQUE. — *Quelques observations cytologiques sur le mode de formations des pigments anthocyaniques dans les fleurs.* Note de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A. Les récentes observations de F. Moreau ([1]) ont apporté une confirmation aux résultats que nous ([2]) avions obtenus, il y a 2 ans, sur l'origine mitochondriale des pigments anthocyaniques. L'auteur s'est attaché

([1]) *Bulletin de la Société de Biologie*, 1914, et *Bulletin de la Société de Botanique de Paris*, 1915.

([2]) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1000, et *Revue générale de Botanique*, 1914.

spécialement à l'observation vitale du mode de formation de l'anthocyane dans les fleurs qui n'avait pas été de notre part l'objet d'une étude précise. Il montre que dans un certain nombre de fleurs examinées par lui, notamment la fleur de *Pelargonium zonale* (variété rouge), l'anthocyane apparaît dans les cellules épidermiques sous forme de petits corpuscules de la dimension des mitochondries et dont l'ensemble rappelle un chondriome. Ces corpuscules grossissent peu à peu et finissent par se dissoudre dans les vacuoles. Moreau admet donc comme démontré que l'anthocyane est dans les fleurs, comme dans les feuilles étudiées par nous, le produit de l'activité des mitochondries, ce que nous avions déjà soutenu, sans apporter cependant des preuves définitives. Enfin, dans un autre ordre d'idées, Moreau confirme les observations que nous avions faites sur l'existence fréquente dans les végétaux de composés phénoliques incolores, présentant les mêmes caractères chimiques que l'anthocyane et naissant comme ce pigment au sein des mitochondries. Ces composés sont susceptibles dans certains cas, comme nous l'avions démontré, de se transformer en pigments anthocyaniques, soit au cours de leur croissance au sein des mitochondries, soit une fois dissous dans les vacuoles, tandis que dans d'autres cas, au contraire, ils restent toujours incolores même lorsqu'ils sont dissous dans les vacuoles, comme par exemple dans la fleur de *Pelargonium zonale* (variété blanche).

Les recherches de F. Moreau nous décident à résumer à notre tour une série d'observations que nous avons faites sur le même sujet au cours des étés 1914 et 1915 et qui ont abouti à des résultats analogues à ceux de cet auteur.

B. La fleur de Canna florifère permet de suivre, avec une assez grande netteté, la formation de l'anthocyane qui s'effectue par un processus absolument identique à celui que nous avons décrit dans les jeunes folioles de Rosier. Il suffit pour cela d'observer, sur le vivant, l'épiderme d'un pétale très jeune où la pigmentation commence seulement à apparaître. Ici, comme dans les folioles de Rosier, l'anthocyane se forme directement au sein des mitochondries. Les cellules épidermiques renferment toutes un chondriome constitué par des chondriocontes nombreux et allongés, disposés tout autour du noyau. Ces éléments qui sont imprégnés d'anthocyane s'épaississent peu à peu, puis forment à leurs deux extrémités un petit renflement qui leur donne l'aspect d'haltères. Les deux têtes de chaque haltère se séparent ensuite par résorption de la partie effilée du chondrio-

conte, donnant naissance à des corpuscules anthocyaniques d'abord très petits, qui grossissent peu à peu et vont se dissoudre dans les vacuoles.

Des processus semblables s'observent dans l'épiderme des Roses (variétés rouges), mais ici la formation du pigment authocyanique s'effectue indirectement. L'anthocyane résulte de la transformation d'un composé phénolique incolore dissous dans les vacuoles, présentant à peu près les mêmes caractères microchimiques que l'anthocyane et formé par le même mode. Si l'on examine en effet l'épiderme d'un pétale d'une fleur très jeune, encore blanche, on observe dans toutes les cellules de nombreux chondriocontes qui prennent un aspect brillant dû à la présence, en leur sein, d'un composé phénolique incolore. Ces chondriocontes se transforment en haltères dont les têtes se séparent sous forme de corpuscules arrondis, grossissent et se dissolvent dans les vacuoles. Ce n'est qu'une fois définitivement formé et dissous dans les vacuoles que ce composé phénolique rougit et se transforme en anthocyane.

C'est par un processus identique que se forme le pigment anthocyanique dans la fleur de *Pelargonium zonale* (variété rouge) dont nous avons repris l'étude après Moreau. Nos observations sur cette fleur ne nous permettent pas de vérifier complètement celles de Moreau qui n'a vu que la fin du phénomène. Pour suivre la formation de l'anthocyane dans cette fleur, il faut examiner des fleurs encore extrêmement jeunes où les pétales complètement incolores n'aient pas dépassé quelques millimètres de diamètre. On observe alors dans toutes les cellules épidermiques, d'une manière très nette, des phénomènes analogues à ceux que nous venons de décrire dans la fleur de Rosier. Les chondriocontes s'imprègnent d'un composé phénolique incolore et brillant, puis prennent la forme d'haltères. Les têtes de l'haltère se séparent et forment de petits corpuscules qui, après avoir grossis, se dissolvent dans les vacuoles où le composé phénolique ne tarde pas à se transformer en pigment anthocyanique rouge. Un peu plus tard, on voit apparaître dans le cytoplasme de petits corpuscules anthocyaniques qui semblent dériver de mitochondries granuleuses. C'est ce qu'a décrit F. Moreau. Ces corpuscules correspondent à une seconde élaboration d'anthocyane qui vient renforcer la première. Dans celle-ci, beaucoup moins active que la première, l'anthocyane se forme de toutes pièces au sein des mitochondries.

Une étude plus complète de la fleur d'*Iris germanica* nous a permis d'y suivre, d'une manière plus précise que nous ne l'avions fait dans nos recherches précédentes, la formation de l'anthocyane qui s'effectue par un

processus un peu plus complexe que celui que nous avions décrit. Elle s'opère en deux phases : 1° Dans les sépales et pétales les plus jeunes, encore absolument incolores, on observe dans toutes les cellules épidermiques un petit granule brillant unique par cellule, deux ou trois fois plus gros qu'une mitochondrie granuleuse. Ce granule renferme un composé phénolique incolore et correspond au *cyanoplaste* décrit par Politis dans un certain nombre de fleurs. Il est infiniment probable qu'il dérive d'une mitochondrie granuleuse, mais son origine n'a pas pu être précisée. Un peu plus tard, ce granule grossit, se colore en violet, puis se dissout dans la vacuole à laquelle il communique une teinte violette diffuse.

2° Dans une seconde phase, on assiste à une nouvelle production d'anthocyane, celle-ci beaucoup plus active que la première. A ce moment, la cellule renferme une vacuole centrale contenant de l'anthocyane, un noyau et un cytoplasme situé à la périphérie. Dans le cytoplasme on distingue, en dehors des chondriocontes en voie de se transformer en leuco- ou chromoplastes, de nombreux filaments ou bâtonnets imprégnés d'anthocyane. Ces éléments, qui sont des chondriocontes, se transforment ensuite en haltères dont les têtes se séparent, puis se dissolvent dans les vacuoles. Dans cette seconde phase, l'anthocyane apparaît directement au sein des chondriocontes sous forme de pigment.

C. De ces observations on peut donc conclure que l'anthocyane se forme dans les fleurs exactement comme dans les feuilles, ce qui confirme l'opinion que nous avions émise antérieurement et les résultats plus récents de F. Moreau.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'*Amygdalopersica Formonti (*L. Daniel*). Note de MM. **G. Rivière** et **G. Bailhache**, présentée par M. Costantin.

Sur la demande de M. Formont, arboriculteur à Montreuil-sous-Bois, une Commission, nommée par la Société nationale d'Horticulture de France, s'est transportée dans ses jardins le 10 juillet 1910, à l'effet de constater le développement spontané, en 1908, de plusieurs pousses *d'amandier*, sur le tronc et les branches de charpente de deux vieux pêchers, dirigés en espalier, et greffés en écusson et en pied, sur des sujets d'amandier.

Toutes ces pousses étaient situées à de grandes distances du bourrelet

de la greffe [1] et aucune n'offrait des caractères se rapprochant de ceux du pêcher.

Dans la séance du 4 septembre 1911 [2], M. Griffon, qui faisait partie de cette Commission, a déjà rendu compte, à l'Académie des Sciences, des constatations qui avaient été faites, sur place, à cette époque et aussi des discussions auxquelles celles-ci avaient donné lieu. M. Lucien Daniel, dans la *Revue générale de Botanique* (année 1914) a donné le nom d'*Amygdalopersica Formonti* à cet intéressant hybride de greffe.

De 1911 à 1915 ces pousses d'amandier, devenues très fortes, montrèrent chaque année de nombreuses fleurs d'amandier, parfaitement caractérisées, qui s'épanouirent, *toujours* 8 à 10 jours plus tôt que celles des pêchers sur les branches desquels ces pousses sont nées. Au printemps 1915, le 27 février, les premières fleurs d'amandier s'entr'ouvrirent en effet, tandis que celles des pêchers ne s'épanouirent que le 28 mars suivant.

Dans la circonstance l'amandier a donc maintenu son caractère spécifique de précocité, en ce qui concerne sa floraison, comparativement au pêcher.

Si pendant plusieurs années les rameaux d'amandier fleurirent abondamment, ils ne donnèrent toutefois aucun fruit mûr. Les quelques amandes qui se formaient restaient très petites et tombaient au bout de peu de jours, soit bien avant la formation de l'endocarpe. Ce n'est que cette année, grâce aux soins pris par M. Formont pour protéger ses arbres contre les intempéries du printemps, que trois amandes purent se former. L'une d'elles se dessécha pendant l'été, mais les deux autres atteignirent leur maturité complète et présentèrent un péricarpe vert pubescent, charnu, mais coriace.

Les dimensions de ces fruits ne diffèrent pas de celles des amandes longues ordinaires : leur longueur est de 53^{mm} et leur périphérie, au point le plus épais du péricarpe, n'est pas inférieure à 92^{mm}.

Nous ferons remarquer que, d'après les caractères de l'endocarpe, qui est apparent sur l'une des amandes, nous nous trouvons vraisemblablement en présence d'un fruit amer et non d'une amande douce.

Cette amande, que nous supposons être fertile, sera semée en temps opportun, afin de constater si, dans l'avenir, elle reproduit dans sa descen-

---

[1] A environ 2^{m}.

[2] *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 521.

dance les caractères spécifiques de l'un des parents ou bien si elle donnera naissance à un individu qui, tenant à la fois de l'amandier et du pêcher, produira tantôt des amandes, tantôt des pêches, ou bien encore des amandes à péricarpe charnu analogues à des amandes-pêches. Car nous considérons, comme L. Daniel, que, sans pouvoir en donner l'explication, nous nous trouvons en présence d'un hybride de greffe, quoique l'*Amygdalopersica Formonti* ne reproduise, à l'heure actuelle, que l'un des parents (¹).

Nous ne terminerons pas cette Note sans ajouter que M. Chatenay, premier vice-président de la Société nationale d'Horticulture de France, nous a fait savoir le 12 août dernier que, vers 1865, il avait observé dans le jardin de feu Alexis Lepère, de Montreuil-sous-Bois, le développement *spontané* d'un rameau d'amandier sur un pêcher, et que le même phénomène s'était également montré chez lui en 1909, dans son jardin de Vitry-sur-Seine, sur un pêcher de la variété Belle de Vitry : ce qui tiendrait à prouver que les hybrides de greffe, quoique ne se présentant pas très fréquemment, ne sont pas absolument des raretés.

CHIRURGIE. — *Sur un compas pour la recherche des projectiles.* Note de MM. **Th. Guilloz** et **E. Stock**.

Le compas pour la recherche des projectiles, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, est le dernier modèle auquel nous nous sommes arrêtés, après de multiples essais. Imaginé par Guilloz pour servir de guide à sa sonde exploratrice électrique (²), il offre l'avantage d'une construction facile et d'un prix de revient très modique.

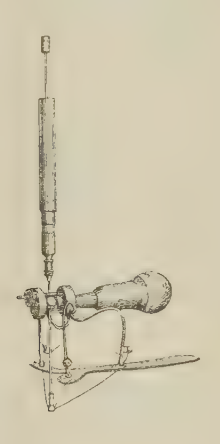
Le compas est formé de trois branches métalliques aisément déformables, sans risque de rupture, réunies à une extrémité et soudées ensemble à la tête cylindrique du compas. Cette tête porte d'un côté une poignée et de l'autre deux mâchoires sphériques entre lesquelles une sphère concentrique est mobile autour de son centre. Cette sphère est traversée par un canal diamétral, dans lequel la sonde exploratrice glisse à frottement doux. Chacune des trois branches flexibles est percée à son extrémité libre d'un

(¹) Chez l'*Amygdalopersica Delponi*, au contraire, on rencontre isolément sur sa charpente à la fois des pousses pures de pêcher et d'amandier et aussi des pousses intermédiaiers entre le pêcher et l'amandier (L. Daniel et Delpon, *Comptes rendus*, t. **156**, juin 1913, p. 2001).

(²) *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 782.

petit canal dans lequel on peut faire passer un fil métallique flexible, arrêté à volonté sur un petit tambour latéral. Les autres extrémités des trois fils sont réunies par un petit anneau. Une fourche en plomb à trois branches, dont chaque extrémité est percée d'un trou, complète le compas. Enfin des vis permettent d'arrêter les mouvements.

Pour employer le compas, on applique la fourche triangulaire sur le blessé au voisinage du projectile, repéré par une radioscopie préliminaire. On prend une double



projection conique, par radiographie, sur la même plaque, en utilisant l'anneau repéreur à réticule de Guilloz.

Le radiographe est ainsi dégagé de tout souci de mesure. On repère au thermocautère la place des trous de la fourche sur la peau. Ces trois repères forment la base d'un tétraèdre dont le projectile est le quatrième sommet. Les constantes d'appareil et quelques mesures prises sur la plaque donnent, par un calcul simple, les distances du centre du projectile aux trois repères. On détache sans déformation la fourche du blessé et l'on place par flexion les extrémités des branches du compas dans les trous de la fourche. On donne aux fils mis en place les longueurs égales aux distances calculées; à l'aide de la sonde, on presse sur l'anneau pour tendre les fils. Le tétraèdre indiqué est alors réalisé matériellement comme le montre la figure. L'extrémité de la sonde marque la place qui correspond à celle du projectile. Le compas est réglé.

Pour l'intervention chirurgicale, on enlève les fils, on replace la fourche dans sa position primitive sur le blessé, et le compas sur la fourche; il faudra pour cela retirer la sonde qu'on mettra ensuite en contact avec la peau du patient. La direction de la sonde passe alors par le projectile, et son retrait partiel fixe la profondeur à laquelle on devra l'enfoncer ensuite pour rencontrer le projectile. La sonnerie avertira le chirurgien que la sonde touche le projectile ainsi pratiquement repéré.

La flexibilité des branches du compas permet de modifier au besoin la direction d'attaque de la sonde. Le prix modique des instruments et la division réalisée dans le travail facilitent les recherches multiples.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la cellule auditive.* Note [1] de M. E. **Vasticar**, présentée par M. Henneguy.

Le noyau de la cellule auditive du Lapin occupe, dans le segment profond de la cellule, des hauteurs différentes; tantôt sa surface inférieure paraît presque venir en contact avec l'enveloppe cellulaire, tantôt elle s'en éloigne d'une distance pouvant dépasser la longueur du diamètre de ce même noyau. Toutes les positions intermédiaires s'observent.

Sur des préparations faiblement colorées le protoplasme infra-nucléaire ne montre que peu ou pas de granulations; il est opalin, mais assez opaque cependant pour masquer, à l'occasion, une partie du noyau, ce qui donne l'explication de l'aplatissement apparent du pôle inférieur de ce dernier que l'on observe quelquefois. On ne perçoit, inclus dans sa masse, d'autres éléments qu'un corpuscule sphérique déjà signalé par quelques auteurs et considéré par eux comme un corps *énigmatique* (*c. en.*, *fig.* 2).

Si l'organe a été fortement fixé par l'acide osmique et coloré par l'hématoxyline, par exemple, l'extrémité profonde de la cellule apparaît limitée par une sorte de croissant, uniformément teinté extérieurement, et sans détails de structure.

Lorsque l'enveloppe cellulaire a été divisée longitudinalement, une coloration appropriée laisse apercevoir un corps particulier, bien délimité, inscrit dans le fond du segment arrondi de la cellule (*c.ex.*, *fig.* 1). Sa forme, vue de profil, est semi-lunaire; sa configuration générale est celle d'une sorte de cupule dont la concavité regarde le noyau et dont la surface convexe est recouverte par l'enveloppe cellulaire. Sa masse est constituée par une substance opaque composée d'un agglomérat de granulations fines, dues à un épaississement de l'exoplasme. De longues stries parallèles s'observent parfois à sa surface extérieure sans que l'on puisse affirmer qu'elles lui appartiennent en propre; elles peuvent aussi bien représenter des épaississements linéaires circulaires de la pellicule de la cellule (*s.*, *fig.* 2).

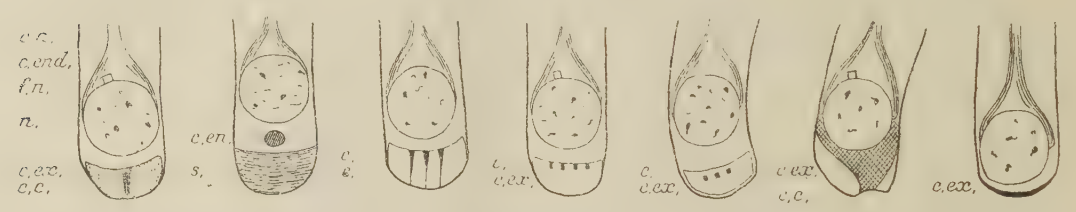
Une certaine étendue de la surface convexe de ce corps exoplasmique se

(1) Séance du 4 octobre 1915.

confond avec l'enveloppe, sauf vers la périphérie où existe un léger écartement. Dans certains cas elle en paraît totalement séparée par une zone claire étroite, lorsque la section a précisément porté dans la région de cet écartement (*fig.* 5).

La surface interne est plus ou moins excavée. La distance qui la sépare du noyau est variable et peut parfois atteindre de grandes dimensions; d'autres fois elle se trouve réduite à un intervalle des plus restreints.

Le bord circulaire de ce corps est représenté, de profil, par un angle qui varie avec le degré de courbure de sa surface interne.



c., canalicules du corps exoplasmique; *c.a.*, cellule auditive externe du Lapin; *c.c.*, canalicule central du corps exoplasmique; *c.end.*, cône endoplasmique; *c.en.*, corps énigmatique des auteurs; *c.ex.*, corps exoplasmique; *f.n.*, formation nucléaire (bâtonnet); *n.*, noyau de la cellule auditive; *s.*, stries.

Des coupes longitudinales intéressant assez exactement le centre du corps exoplasmique mettent à nu une solution de continuité paraissant le diviser en deux parties symétriques. Elle est indiquée par un trait sombre épais, plus coloré, qui n'est autre que la paroi intérieure d'un canalicule central perforant le corps dans son épaisseur (*c.c.*, *fig.* 1). L'orifice interne est plus évasé que l'externe.

Les canalicules sont souvent multiples, au nombre de trois ou quatre. Situés dans un même plan radiaire passant par le centre du corps exoplasmique, ils sont parallèles entre eux et leur direction est légèrement inclinée de haut en bas et de dehors en dedans vers l'axe du limaçon (*c.*, *fig.* 3).

Cette figure montre leur section longitudinale. Les trois lignes sombres parallèles qui les représentent sont plus épaisses à leur partie supérieure et vont en s'évidant vers le bas; les canalicules ont été divisés un peu de biais et leurs deux orifices sont compris dans le plan de section.

Dans la figure 4 la section est plus oblique; elle a retranché la partie inférieure des canalicules, ne laissant subsister que les orifices internes ainsi qu'un court segment des canalicules indiqués par des points colorés un peu allongés verticalement et tangents intérieurement à la surface concave (*c.*, *fig.* 4).

Sur la figure 5 les points colorés sont à une certaine distance de la surface concave. La section toujours oblique sur l'axe de la cellule a respecté les orifices internes en divisant, vers leur partie moyenne, les canalicules dont la tranche de section seule est visible; leur partie supérieure ainsi que les orifices internes plus profondément situés se trouvent masqués par une certaine épaisseur de tissu opaque (*c.*, *fig.* 5).

Les parties latérales du corps exoplasmique peuvent se développer en hauteur au point d'atteindre le niveau du diamètre transverse du noyau, sans toutefois rejoindre les extrémités profondes du cône endoplasmique qui coiffe l'hémisphère céphalique du noyau. Nous ne voyons ici qu'un canal central de plus fort calibre (*c.c.*, *fig.* 6). La cavité sous-nucléaire est agrandie; l'orifice interne est beaucoup plus évasé que l'externe. Au niveau de celui-ci on note une dépression souvent assez étendue de l'enveloppe cellulaire.

Lorsque le noyau paraît venir presque en contact avec la paroi interne de l'extrémité arrondie de la cellule, le corps exoplasmique n'en existe pas moins; il n'est plus indiqué que par une ligne de contour épaissie et plus colorée de l'enveloppe (*c.*, *fig.* 7). Les canalicules ne sont plus perceptibles, mais, d'après ce qui précède, leur existence ne fait, selon moi, aucun doute.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur le procédé biologique de destruction des sauterelles.* Note de M. **F. d'Hérelle**, présentée par M. A. Laveran.

J'ai décrit, dans deux Communications précédentes [1], un procédé biologique de destruction des sauterelles basé sur la propagation d'une maladie causée par un coccobacille isolé au cours d'une épizootie naturelle ayant sévi au Mexique en 1910. Le procédé, appliqué depuis lors en divers pays, a donné de très bons résultats, et cette année même il a été employé avec succès en Tunisie pour lutter contre une invasion formidable de criquets pèlerins.

Dans les Communications antérieures, j'ai attiré spécialement l'attention des expérimentateurs sur le fait de l'atténuation rapide de la virulence du coccobacille des sauterelles en culture : des infestations pratiquées avec un virus insuffisamment exalté pouvaient conduire à un résultat diamé-

---

[1] *Comptes rendus*, t. 152, 1906, p. 1413, et t. 154, 1907, p. 623; *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 28, 1914, nos 3 et 4.

tralement opposé à celui qu'on désirait obtenir; au lieu de provoquer une épizootie, on risquait d'immuniser les sauterelles. L'exaltation de la virulence constituait une opération délicate, que seul un bactériologiste entraîné pouvait pratiquer convenablement; les passages de sauterelle à sauterelle devaient se continuer pendant toute la durée de la campagne et demandaient un certain matériel, toutes choses peu compatibles avec l'existence nomade que nécessitait la recherche des colonnes à infester. Un autre inconvénient résultait du fait que, pour exalter la virulence du microbe, il fallait se procurer des sauterelles ou des criquets : pour les Acridiens du type *Schistocerca*, l'incubation ne durant qu'environ 1 mois, on pouvait presque toujours exalter la virulence du coccobacille en utilisant les sauterelles adultes venant de pondre, et l'on était alors prêt pour pratiquer les infestations au moment de l'éclosion des jeunes criquets; pour les Acridiens du type *Stauronautus* la difficulté devenait plus sérieuse, l'incubation durant de 8 à 9 mois, on ne pouvait utiliser les insectes adultes, on était donc obligé d'attendre que les jeunes criquets aient atteint une certaine taille pour pouvoir commencer le travail de laboratoire et l'on risquait de laisser passer le moment opportun des infestations. Somme toute, quoique le procédé fût pratiquement applicable, comme l'ont prouvé plusieurs campagnes, on restait exposé à des contretemps qui pouvaient compromettre le succès de l'opération. Le fait de l'atténuation rapide, entraînant la nécessité de manipulations délicates, constituait un écueil pour certains expérimentateurs peu entraînés.

Au cours de la campagne de cette année en Tunisie, j'avais été avisé qu'une épizootie avait anéanti en quelques jours une colonne de jeunes criquets dans la région de Sidi-Bou-Baker; des infestations ayant été pratiquées 3 semaines auparavant, à une vingtaine de kilomètres plus au Sud sur des colonnes se dirigeant vers le Nord, je voulus vérifier si cette épizootie avait été provoquée par le passage des bandes directement infestées. Par suite de diverses circonstances, je ne pus me rendre sur les lieux qu'un mois plus tard; il me fut encore possible de ramasser une grande quantité de criquets morts; or, malgré qu'ils fussent restés exposés au grand soleil pendant près de 5 semaines, quelques milligrammes de cadavres, réduits en poudre, délayés dans un peu d'eau stérile et inoculés à des criquets sains déterminèrent une maladie mortelle en 4 heures. Vérification faite, il s'agissait bien du coccobacille spécifique. Deux mois plus tard, un essai pratiqué avec de la poudre provenant des mêmes cadavres donna un résultat identique. Possédant quelques cadavres desséchés provenant d'une épizootie qui avait anéanti, en 1913, des vols de sauterelles

arrivant en Épire, vols qui avaient été contaminés en Roumanie avant leur départ, j'essayai si, dans ces cadavres conservés en tube scellé pendant 2 années, le coccobacille spécifique était encore vivant et virulent : les criquets inoculés avec une goutte d'une émulsion contenant 1^{mg} de poudre de ces cadavres moururent en 6 heures, en présentant tous les symptômes caractéristiques de la maladie causée par le coccobacille des sauterelles. J'essayai alors de contaminer des colonnes de criquets qui se trouvaient dans le contrôle de Zaghouan (Tunisie), en me servant comme virus exalté de la poudre de criquets de Sidi-Bou-Baker : le résultat obtenu fut exellent, l'épizootie se déclara très rapidement dans les colonnes infestées où elle causa une mortalité considérable.

Me basant sur le résultat des expériences que je viens de rapporter, voici la méthode qui me semble la plus recommandable. Partant d'une culture de *Coccobacillus acridiorum*, on effectue les passages en suivant la technique indiquée dans les Mémoires cités plus haut. Quand on arrive à une virulence telle que la mort survient en moins de 8 heures, on inocule une certaine quantité de criquets ou de sauterelles, aussitôt après la mort on dessèche soigneusement les cadavres dans un dessiccateur à acide sulfurique à la température du laboratoire, on les réduit ensuite en poudre qu'on répartit par fraction de quelques milligrammes dans de petits tubes de verre qu'on scelle à la lampe. Dans ces conditions, le virus se conserve sans altération pendant au moins 2 années. Quand on veut pratiquer des infestations il suffit de délayer le contenu d'un tube dans quelques gouttes d'eau ou de bouillon stérile et d'en isoler le coccobacille spécifique sur gélose suivant les procédés ordinaires; les colonies sont suffisamment développées après 18 heures à la température ambiante pour pouvoir servir à ensemencer les milieux destinés aux infestations. Le milieu que j'ai trouvé le plus pratique consiste en un bouillon composé de 5^{g} de peptone, 5^{g} d'extrait de viande et 5^{g} de sel ordinaire pour 1^{l} d'eau. Les cultures doivent toujours se faire à la température de la chambre, jamais à l'étuve.

Dans le courant de la campagne, on ramasse des cadavres frais au milieu de colonnes de criquets infestés, on les dessèche et on les pulvérise comme il a été dit plus haut; la poudre obtenue servira pour les premières infestations de l'année suivante.

La méthode que je viens de décrire permettra d'avoir toujours à sa disposition du virus prêt à être employé; on évitera donc tous les retards et les aléas que comportait l'exaltation de la virulence par passages.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réaction du milieu et filtration des toxines.* Note de MM. E. AUBEL et H. COLIN, présentée par M. Dastre.

On sait, depuis les travaux de M. Holderer [1], que la filtration des diastases est fonction de la réaction du milieu; les solutions diastasiques filtrées en milieu alcalin sont plus actives que les mêmes solutions filtrées en milieu neutre ou acide. Comme conséquence, l'extraction d'une diastase qui nécessite sa filtration à travers les parois des cellules devra se trouver facilitée par l'alcalinisation de l'eau de macération; c'est ce qu'a vérifié Holderer sur les diastases de l'*Aspergillus niger;* différents auteurs [2] ont confirmé ces résultats.

Roux et Yersin [3] ont attiré l'attention sur les points de contact qui existent entre les diastases et certaines toxines; on pouvait donc espérer retrouver dans la filtration des toxines les particularités observées sur les diastases. Nos expériences ont porté sur la toxine diphtérique, qui se prête très facilement à ces recherches, et sur l'endotoxine dysentérique.

1° *La filtration des toxines est fonction de la réaction.*

A TOXINE DIPHTÉRIQUE. — Trois cobayes, α (445^g), β (430^g), γ (450^g), sont injectés avec :

α. 1$^{cm^3}$ de toxine alcaline, filtrée;

β. 1$^{cm^3}$ de toxine acidifiée, filtrée et réalcalinisée;

γ. 1$^{cm^3}$ de toxine acidifiée, réalcalinisée puis filtrée.

On emploie l'acide acétique et la soude. On acidifie en présence de tournesol jusqu'à virage au rouge franc; l'alcalinité est celle qui est indiquée par la phtaléine.

Le cobaye α succombe 34 heures après l'injection; γ 48 heures, ce qui donne la mesure de la diminution de toxicité consécutive aux opérations d'acidification et de réalcalinisation: le cobaye β survit à l'injection.

B. ENDOTOXINE DYSENTÉRIQUE. — Les cobayes injectés avec la toxine filtrée en milieu alcalin présentent de l'œdème; aucun phénomène pathologique n'est observé sur les animaux traités avec la toxine filtrée en milieu acide.

---

(1) M. HOLDERER, *Recherches sur la filtration des diastases* (Thèse, Paris, 1911).

(2) H. COLIN, *Hydrolyse de quelques polysaccharides* (Thèse, Paris, 1911).

(3) ROUX et YERSIN, *Contribution à l'étude de la diphtérie* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 3, 1889, p. 273).

2° *Les extraits en milieu alcalin sont plus actifs que les extraits en milieu neutre ou acide.*

A. Toxine diphtérique. — Une culture de 4 jours sur bouillon Martin est décantée. Le voile microbien séparé est émulsionné dans l'eau distillée et réparti en deux lots, α et β. α est à 5 pour 1000 de phosphate trisodique, β est neutre ; après adjonction de toluène, on abandonne à l'étuve à 37° durant 24 heures. Au bout de ce temps, β est alcalinisée ; on filtre les deux macérations et l'on injecte $2^{cm^3},5$ du filtrat à deux cobayes de poids comparable (470^g et 458^g). Le liquide α tue le cobaye en 48 heures ; le second cobaye ne succombe que 3 jours plus tard. Les lésions observées à l'autopsie sont les lésions caractéristiques de la toxine diphtérique.

B. Endotoxine dysentérique. — Le produit de raclage de cultures de 48 heures, sur gélose, est émulsionné dans l'eau distillée et traité comme le bacille de Lœffler. Le cobaye injecté avec le filtrat de la macération alcaline présente, au bout de 48 heures, un œdème volumineux ; le filtrat de la macération neutre ne provoque qu'un œdème insignifiant 3 jours après l'injection.

Ces expériences permettent d'interpréter les résultats obtenus par divers auteurs qui n'avaient pour objectif que la création de méthodes nouvelles d'extraction des toxines. Nous mentionnerons Kossel ([1]) recommandant d'extraire la toxine diphtérique par lavage des corps bacillaires au carbonate de soude ; Todd ([2]) et Rosenthal ([3]) qui obtiennent l'endotoxine dysentérique par culture du bacille de Shiga en bouillon Martin ; Dœrr ([4]) qui conseille pour le même poison un milieu très alcalin ; Lustig et Galeotti ([5]) qui extraient la toxine pesteuse par lavage du microbe à la lessive de potasse à 1 pour 100.

3° *La pauvreté en toxine des bouillons de culture acide, résulte partiellement des difficultés de filtration en milieu acide.*

Des cultures de bacille de Lœffler sur bouillon Martin additionné de glucose, ce qui entraîne l'acidification du milieu ([6]), sont, au bout de

---

([1]) Kossel, *Centralbl. für Bakt.*, t. 19, 1896, p. 977.

([2]) Todd, *Journ. of Hygiene*, t. 4, 1904, p. 480.

([3]) Rosenthal, *Deutsche med. Wochenschr.*, n° 7, 1904, p. 235.

([4]) Dœrr, *Das Dysenterietoxin* (*Wiener klin. Wochenschr.*, n° 41, 1906).

([5]) Lustig et Galeotti, *Deutsche med. Wochenschr.*, n°s 15 et 19, 1897.

([6]) Martin, *Production de la toxine diphtérique* (*Ann. Inst. Pasteur*, t. 12, 1898, p. 26).

8 jours, agitées en présence de toluène, de façon à tuer les bacilles; on alcalinise à la phtaléine; une partie est filtrée immédiatement et le filtrat injecté à raison de 5^{cm^3} par cobaye; les animaux n'offrent pas trace d'œdème. L'autre partie est filtrée après 24 heures de macération puis injectée de la même façon; les animaux survivent mais présentent de l'œdème au point d'inoculation.

Indépendamment d'une action profonde sur la physiologie des bacilles et en particulier sur l'élaboration des toxines, la réaction a donc pour effet d'entraver ou de favoriser la filtration des toxines à travers les corps bacillaires.

M. **Marcel Baudouin** adresse une Note intitulée : *Démonstration de l'existence de l'*Os Vesalianum *de l'Homme à l'époque de la Pierre polie.*

La séance est levée à 16 heures et quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 18 octobre 1915.)

Discours de M. *Edmond Perrier*, Président :

Page 452, ligne 15, *au lieu de* connaissant d'avance, *lire* connaissent d'avance ; ligne 16, *au lieu de* proportionnant les dimensions de loges, *lire* proportionnent les dimensions des loges.

Même page, première ligne de la note (¹), *au lieu de* Bombyx, *lire* Bembex.